

**Directional microphone**

Patent Number: ☐ US4817168  
Publication date: 1989-03-28  
Inventor(s): FIDI WERNER (AT)  
Applicant(s): AKG AKUSTISCHE KINO GERAETE (AT)  
Requested Patent: ☒ DE3708747  
Application Number: US19870027171 19870317  
Priority Number(s): AT19860000744 19860320  
IPC Classification:  
EC Classification: H04R1/38, H04R3/04  
Equivalents: AT74486, ☐ JP62230297

**Abstract**

A directional microphone operating according to the electrostatic or electrodynamic transducer principle. The pickup effect of the microphone is determined by a single phase-shifting delay line section between the rear side of the active transducer diaphragm and at least one sound entry opening provided in the microphone housing at a distance behind the plane of the diaphragm. The microphone includes at least one acoustic element coupled to the delay line section. The delay line section is arranged with the acoustic element or elements so as to have a lower limit frequency in the range of 300 Hz.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



DEUTSCHES  
PATENTAMT

② Aktenzeichen: P 37 08 747.9  
② Anmeldetag: 18. 3. 87  
④ Offenlegungstag: 24. 9. 87

Behördeneigentum

DE 37 08 747 A 1

③ Unionspriorität: ③ ③ ③  
20.03.86 AT 744/86

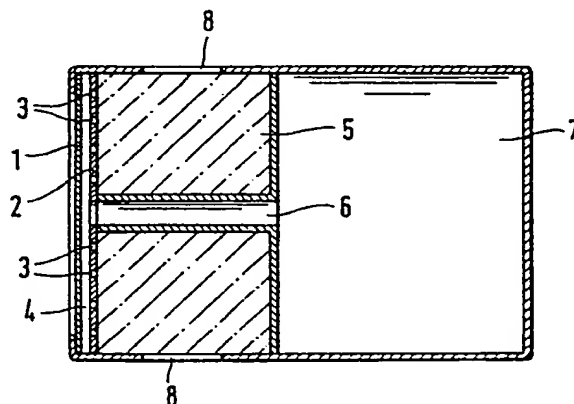
⑦ Anmelder:  
AKG Akustische u. Kino-Geräte Ges.m.b.H., Wien,  
AT

⑦ Vertreter:  
Rüger, R., Dr.-Ing.; Barthelt, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw.,  
7300 Esslingen

⑦ Erfinder:  
Fidi, Werner, Dipl.-Ing., Baden, AT

⑤ Richtmikrophon nach dem elektrostatischen oder elektrodynamischen Wandlerprinzip

Die Erfindung betrifft ein Richtmikrophon nach dem elektrostatischen oder elektrodynamischen Wandlerprinzip, bei dem die Richtwirkung durch wenigstens ein phasendrehendes Laufzeitglied zwischen der Rückseite der aktiven Wandlernmembran und wenigstens einer im Abstand hinter der Membranebene im Gehäuse vorgesehenen Schalleintrittsöffnung bestimmt ist, mit wenigstens einem an das Laufzeitglied angekoppelten akustischen Element, wobei die Anordnung des Laufzeitgliedes mit dem (den) akustischen Element(en) (6) eine untere Grenzfrequenz im Bereich von 300 Hz aufweist.



DE 37 08 747 A 1

## Patentansprüche

1. Richtmikrophon nach dem elektrostatischen oder elektrodynamischen Wandlerprinzip, bei dem die Richtwirkung durch wenigstens ein phasendrehendes Laufzeitglied zwischen der Rückseite der aktiven Wandlermembran und wenigstens einer im Abstand hinter der Membranebene im Gehäuse vorgesehenen Schalleintrittsöffnung bestimmt ist, mit wenigstens einem an das Laufzeitglied angekoppelten akustischen Element, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anordnung des Laufzeitgliedes mit dem (den) akustischen Element(en) (6; 7; 15; 13; 23; 24; 33; 37;  $C_3$ ) eine untere Grenzfrequenz im Bereich von 300 Hz aufweist.

2. Richtmikrophon nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung des Laufzeitgliedes und das (der) angekoppelte(n) akustische(n) Element(e) aus einer Serienschaltung dieser Elemente besteht, wobei das akustische Element eine akustische Kapazität ( $C_3$ ) oder eine passive Membran (33; 37 bzw.  $L_p$ ,  $C_p$ ,  $R_p$ ) ist.

3. Richtmikrophon nach Anspruch 2 mit einer passiven Membran, dadurch gekennzeichnet, daß diese passive Membran(en) (33; 37) die rückwärtige(n) Schalleintrittsöffnung(en) des Laufzeitgliedes verschließt.

4. Richtmikrophon nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung des Laufzeitgliedes und das (der) angekoppelte(n) akustische(n) Element(e) aus einer Parallelschaltung dieser Elemente besteht, wobei das akustische Element aus der Serienschaltung einer akustischen Induktivität und einer akustischen Kapazität besteht.

5. Richtmikrophon nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die akustische Induktivität eine in ein Röhrchen eingeschlossene Luftmasse (6; 15) ist, und das Röhrchen einerseits gemeinsam mit dem wenigstens einen akustischen Laufzeitglied (5; 12) in eine Luftkammer (4; 10) hinter der Wandlermembran (1; 9) mündet, andererseits diese Luftkammer (4; 10) mit einem großvolumigen Hohlraum (7; 13) im Mikrophongehäuse verbindet.

6. Richtmikrophon nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die akustische Induktivität eine in ein Röhrchen eingeschlossene Luftmasse (23) ist, und das Röhrchen einerseits innerhalb des wenigstens einen Laufzeitgliedes, andererseits in einen großvolumigen Hohlraum (24) im Mikrophongehäuse mündet.

7. Richtmikrophon nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die passive Membran (33; 37) in mehrere Bereiche (44, 45, 46; 47, 48, 49) mit unterschiedlichen Eigenresonanzen unterteilt ist.

8. Richtmikrophon nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Eigenresonanzen der passiven Membran(en) (33; 37; 44, 45, 46; 47, 48, 49) über der der aktiven Wandlermembran (28; 38) liegt.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Richtmikrophon nach dem elektrostatischen oder elektrodynamischen Wandlerprinzip, bei dem die Richtwirkung durch wenigstens ein phasendrehendes Laufzeitglied zwischen der Rückseite der aktiven Wandlermembran und wenigstens einer im Abstand hinter der Membranebene im Gehäuse vorge-

sehenen Schalleintrittsöffnung bestimmt ist mit wenigstens einem an das Laufzeitglied angekoppelten akustischen Element.

Es sind Richtmikrophone bekannt und beispielsweise in der DE-PS 8 21 217 beschrieben. Sie weisen einige unerwünschte Nachteile auf. Da die phasendrehenden Laufzeitglieder im allgemeinen so ausgelegt sind, daß sie über den gesamten Hörbereich wirksam sind, leiden darunter infolge notwendiger Kompromisse der Frequenzgang und die Empfindlichkeit. Insbesondere stört bei diesen als Druckgradientenempfänger ausgebildeten Richtmikrophonen der Nahbesprechungseffekt, der darin besteht, daß im Bereich der Bässe eine extreme Empfindlichkeitsteigerung eintritt, die das Klangbild stark verfälscht. Außerdem sind Druckgradientenempfänger überaus empfindlich gegen Explosivlaute, was zum sogenannten "Popen" führt.

Es sind weiters Mikrophone der eingangs genannten Art bekannt, die in gleicher Weise ausgebildet, auch noch akustische Elemente, die mit dem Laufzeitglied gekoppelt sind, enthalten. In diesen Fällen wird hiedurch die Richtcharakteristik an sich beeinflußt und verändert. Ein Zusammenhang mit dem Problem des Nahbesprechungseffektes ist in diesen Schriften weder beschrieben, noch auf Grund der Ausbildung dieser Mikrophone anzunehmen.

Die Erfindung hat sich die Aufgabe gestellt, ein Richtmikrophon zu schaffen, das die Nachteile der bekannten Mikrophone mit Richtcharakteristik nicht aufweist. Es wird dabei von der Erkenntnis Gebrauch gemacht, daß Frequenzen von etwa 300 Hz abwärts ohnehin nur sehr wenig zur Ortung einer Schallquelle beitragen. Daher wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, ein Richtmikrophon so auszubilden, daß es im Bereich über 300 Hz als Druckgradientenempfänger mit Richtcharakteristik arbeitet, unter 300 Hz jedoch einen reinen ungerichteten Druckempfänger darstellt. Die angegebene Grenzfrequenz von 300 Hz ist nur als angenäherter Mittelwert zu betrachten, da der Übergang vom Druckgradientenempfänger zum Schalldruckempfänger ja nicht sprunghaft, sondern fließend erfolgt.

Gelöst wird die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, daß die Anordnung des Laufzeitgliedes mit dem (den) akustischen Element(en) eine untere Grenzfrequenz im Bereich von 300 Hz aufweist.

Ein solcherart ausgebildetes Richtmikrophon bringt mehrere Vorteile mit sich. Durch die Kombination eines Schalldruckempfängers für die tiefen Frequenzen mit einem Druckgradientenempfänger für die hohen und höchsten Frequenzen des Hörbereiches ergibt sich zunächst eine Ausweitung des Frequenzganges zu den tiefen Frequenzen hin, wobei der Nahbesprechungseffekt nicht mehr in Erscheinung tritt, da Schalldruckempfänger diesen Effekt nicht aufweisen. Daraus ergibt sich eine naturgetreue und klangfarbenechte Umsetzung der tieffrequenten Anteile des zu übertragenden Schallerignisses. Auch das störende "Popen" bei den Explosivlauten tritt nicht auf, weil Schalldruckempfänger die bei Druckgradientenempfängern vorhandene Eigenschaft nicht aufweisen. Überdies führt die erfinderische Maßnahme auch zu einer Verbesserung des Übertragungsfaktors im gesamten Bereich der hörbaren Frequenzen, da der Frequenzgang des erfindungsgemäßen Mikrophons bei den tiefen und mittleren Frequenzen, in welchem Bereich es als Schalldruckempfänger arbeitet, um einige dB angehoben wird, und somit dem sonst bei hohen Frequenzen vorhandenen Pegel des Präsenzanhubs eines Druckgradientenempfängers angeglichen

wird. Diese Vergrößerung des Übertragungsfaktors bringt den weiteren Vorteil mit sich, daß der Grundgeräuschpegel um den Wert der Zunahme des Übertragungsfaktors verringert wird. Wenn auch die Realisierung von Schaltungen mit dieser Grenzfrequenz ohne besondere Schwierigkeiten möglich ist, hat sich doch gezeigt, daß es eine Reihe von konkreten Lösungen gibt, die besonders gut geeignet sind, die Abstimmung auf eine solche Grenzfrequenz zu verwirklichen.

Die einfachste konkrete Lösung der gestellten Aufgabe besteht darin, daß die Anordnung des Laufzeitgliedes und das (der) angekoppelte(n) akustische(n) Element(e) aus einer Serienschaltung dieser Elemente besteht, wobei das akustische Element eine akustische Kapazität oder eine passive Membran ist. Im Falle einer Kapazität ist diese so zu wählen, daß sie im Zusammenwirken mit dem wenigstens einen Laufzeitglied bei Frequenzen unterhalb von etwa 300 Hz eine Phasendrehung von 180° liefert, so daß an der Rückseite der aktiven Wandlermembran praktisch kein Schalldruck wirksam wird. Die passive Membran hingegen ist so abzustimmen, daß sie für Frequenzen unterhalb von etwa 300 Hz undurchlässig wird. Vorteilhafterweise ist an jeder der rückwärtigen Schalleintrittsöffnungen des wenigstens einen Laufzeitgliedes eine passive Membran, diese Schalleintrittsöffnung verschließend, angebracht.

In beiden Fällen arbeitet das Mikrophon dann im Bereich unterhalb 300 Hz als reiner Druckempfänger und erst oberhalb der vorgeschlagenen Grenzfrequenz von etwa 300 Hz als Druckgradientenempfänger mit einer ausgeprägten Richtcharakteristik. Die vorbeschriebene Reihenschaltung einer akustischen Kapazität bzw. einer passiven Membran mit dem phasendrehenden Laufzeitglied eignet sich insbesondere für Kondensatormikrophone.

Die Verwendung von passiven Membranen ist auch insofern vorteilhaft, weil diese Membranen sich durch Stege in Teilmembranen unterteilen lassen, die unterschiedliche Eigenresonanzen aufweisen, was dem Fachmann einen weiten Dimensionierungsspielraum ermöglicht.

Schließlich soll die Eigenresonanz der passiven Membran(en) über der der aktiven Wandlermembran liegen, wodurch eine ungünstige Beeinflussung des Frequenzganges und der Empfindlichkeit des Mikrophons vermieden wird.

Der Übergang vom Gradientenempfänger zum Schalldruckempfänger kann auch dadurch erreicht werden, daß mehrere akustische Elemente zusätzlich mit dem wenigstens einen Laufzeitglied in Parallelschaltung gekoppelt werden. Vorzugsweise wird man einen aus wenigstens zwei akustischen Elementen gebildeten Schwingungskreis aus einer akustischen Induktivität und einer akustischen Kapazität verwenden, denen gegebenenfalls noch wenigstens ein Reibungswiderstand zugeordnet sein kann. Im konkreten Falle ist ein derart ausgebildetes Richtmikrophon dadurch gekennzeichnet, daß die akustische Induktivität ein in ein Röhrchen eingeschlossenes Luftvolumen ist, und das Röhrchen einerseits gemeinsam mit dem wenigstens einen Laufzeitglied in einer Luftkammer hinter der Wandlermembran mündet, andererseits diese Luftkammer mit einem großvolumigen Hohlraum im Mikrophongehäuse verbindet. Es handelt sich hier um einen Serienschwingungskreis, der dem wenigstens einen Laufzeitglied parallel geschaltet ist, und der so dimensioniert ist, daß er für Frequenzen unter etwa 300 Hz einen Kurzschluß bildet, so daß die Wirkung des wenigstens einen Laufzeitgliedes

aufgehoben wird.

Bei einem weiteren vorteilhaften Ausführungsbeispiel wird ebenfalls ein Serienschwingungskreis, wie vorstehend beschrieben, verwendet, die Ankopplung erfolgt jedoch nicht über eine gemeinsame Luftkammer, sondern unmittelbar am Laufzeitglied selbst, vorzugsweise an dessen Reibungswiderstand.

Weitere Einzelheiten der Erfindung können der folgenden Beschreibung an Hand der Zeichnung entnommen werden, in der

Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung eines Kondensatorrichtmikrophones gemäß der Erfindung darstellt,

Fig. 2 ebenfalls in schematischer Schnittdarstellung, ein elektrodynamisches Richtmikrophon gemäß der Erfindung zeigt,

Fig. 3 schematisch im Schnitt ein Kondensatorrichtmikrophon darstellt, ebenso wie die Ausführungsbeispiele gemäß den

Fig. 4 und 5, bei denen passive Membranen zur Anwendung gelangen, die

Fig. 6 und 7 zeigen Ausbildungsformen solcher passiver Membranen, die

Fig. 8 bis 12 zeigen elektrische Ersatzschaltbilder, wobei das wenigstens eine Laufzeitglied nur in Form eines Rechtecks dargestellt ist, die

Fig. 13 den Frequenzgang eines Richtmikrophones gemäß Fig. 9 bei 0° und 180° Beschallung zeigt,

Fig. 14 dasselbe für ein Richtmikrophon gemäß Fig. 10 und

Fig. 15 dasselbe für ein Richtmikrophon gemäß Fig. 11.

Fig. 1 zeigt ein erstes konkretes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Es handelt sich um ein Kondensatorrichtmikrophon mit der aktiven Wandlermembran 1, der im geringen Abstand die mit Bohrungen 3 versehene Gegenelektrode 2 gegenübersteht. Zwischen der Membran 1 und der Gegenelektrode 2 ist eine niedere Luftkammer 4 vorgesehen, deren Höhe nur so groß ist, daß die Membran 1 in Bezug auf die Gegenelektrode 2 frei schwingen kann. Das phasendrehende Laufzeitglied ist mit 5 bezeichnet. Die hinter der Membranebene liegenden, zum Laufzeitglied 5 führenden Schalleintrittsöffnungen tragen das Bezugszeichen 8. Die zusätzlichen akustischen Elemente, die erfindungsgemäß vorgesehen sind, bestehen hier aus einer in ein Röhrchen eingeschlossenen Luftmasse 6 und einem in einem großvolumigen Hohlraum eingeschlossenen Luftvolumen 7, das als akustische Kapazität wirkt, die mit der im Röhrchen befindlichen, als akustische Induktivität anzusehenden Luftmasse 6, einen Schwingungskreis bildet, der, ebenso wie das Laufzeitglied 5, an die niedere Luftkammer 4 hinter der Membran 1 angekoppelt ist. Der von den akustischen Elementen 6 und 7 gebildete Schwingungskreis stellt die Serienschaltung einer Induktivität und einer Kapazität dar, deren Impedanz im Bereich der Resonanzfrequenz ein Minimum wird. Bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel liegt die Serienschaltung von 6 und 7 parallel zum Laufzeitglied 5, so daß dieses im Bereich der Resonanzfrequenz des Serienschwingungskreises 6, 7 praktisch kurz geschlossen wird, d.h. mit anderen Worten, daß das Laufzeitglied 5 in diesem Fall bezüglich der Wandlermembran 1 unwirksam wird und das Mikrophon daher als reiner Schalldruckempfänger angesehen werden kann, was ja das Ziel der Erfindung ist. Selbstverständlich ist die Resonanz des von den Elementen 6 und 7 gebildeten Schwingungskreises so zu legen und zu dämpfen, daß sie den Bereich von den

tiefsten zu übertragenden Frequenzen bis etwa 300 Hz überstreicht.

Fig. 2 zeigt schematisch im Querschnitt ein nach dem elektrodynamischen Prinzip arbeitendes Richtmikrophon gemäß der Erfindung, dessen Aufbau in analoger Weise dem des in Fig. 1 gezeigten elektrostatischen Richtmikrophons entspricht. Die Wandlermembran ist hier mit 9 bezeichnet und trägt die Tauchspule 10. Hinter der Wandlermembran 9 ist eine niedere Luftkammer 11 vorgesehen, in die sowohl das Laufzeitglied 12 als auch das Röhrchen mündet, das die als Induktivität wirkende Luftmasse 15 enthält. Die Schalleintrittsöffnungen tragen das Bezugszeichen 14. Das andere Ende des Röhrchens führt in einen großvolumigen Hohlraum, der das Luftvolumen 13, das als akustische Kapazität wirkt, umschließt. Die Funktion dieser Anordnung ist dieselbe wie bei dem in Fig. 1 beschriebenen Ausführungsbeispiel.

Das in Fig. 3 dargestellte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von den bisher beschriebenen dadurch, daß die einen Serienresonanzkreis bildenden zusätzlichen akustischen Elemente 23, 24 unmittelbar an ein Element des Laufzeitgliedes, nämlich an den Reibungswiderstand 27, angekoppelt sind. Das zweite akustische Element des Laufzeitgliedes wird von einer relativ großen, hinter der Gegenelektrode 17 vorgesehenen Luftkammer gebildet, welche einerseits durch die mit Öffnungen 18 zur Luftkammer 19 versehene Gegenelektrode 17 und andererseits durch eine mit Schalldurchtrittsöffnungen 26 versehene Zwischenwand 25 gebildet ist, deren eingeschlossenes Luftvolumen 20 als akustische Kapazität des Laufzeitgliedes anzusehen ist. Gegebenenfalls können die rückwärtigen Schalleintrittsöffnungen 21 noch mit einem zusätzlichen Reibungswiderstand 22 versehen sein. Im Prinzip wirkt sich auch hier die Serienschaltung der Masse des Luftstöpsels 23 mit dem Luftvolumen 24 als Kurzschluß für das Laufzeitglied 20, 22, 27 aus, so daß das die Membran 16 und die Gegenelektrode 17 aufweisende elektrostatische Wandler system unterhalb einer Frequenz von etwa 300 Hz, wie erfindungsgemäß verlangt, als Schalldruckempfänger arbeitet.

Das in Fig. 4 dargestellte Ausführungsbeispiel weist ebenfalls ein elektrostatisches Wandler system mit der Membran 28 und der Gegenelektrode 29 auf, hinter welcher, ebenfalls wie beim vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel, ein Luftvolumen 30 ausgebildet ist. Die dieses Luftvolumen enthaltende Kammer wird gegenüber der Gegenelektrode 29 von einer Zwischenwand 35 begrenzt, die große, gut schalldurchlässige Öffnungen 36 aufweist. Hinter dieser Zwischenwand 35 ist ein großflächiger Reibungswiderstand 31 angeordnet, in den ein sich trichterförmig erweiterndes Rohr mit dem Luftvolumen 34 sowie ein Luftvolumen 32 mündet. Die große Öffnung des vorerwähnten Rohres stellt die rückwärtige Schalleintrittsöffnung zum Laufzeitglied dar und ist mit einer passiven Membran 33 abgeschlossen. Die passive Membran 33 ist so abgestimmt, daß sie für Frequenzen unter etwa 300 Hz den Schalleintritt sperrt, so daß in diesem Bereich das Mikrophon, wie verlangt, als Schalldruckempfänger arbeitet.

Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel, das ebenfalls mit einer passiven Membran 37, die die rückwärtige Schalleintrittsöffnung zum Laufzeitglied verschließt, ausgestattet ist. Zum Unterschied vom Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 ist hier die passive Membran 37, die die rückwärtige Schalleintrittsöffnung verschließt, kreisringförmig ausgebildet, was nur dann möglich ist, wenn

das das Luftvolumen 41 einschließende Gehäuse einen geringeren Durchmesser aufweist als das die Membran 38 und die Gegenelektrode 39 aufweisende elektrostatische Wandler system. Auch hier muß die passive Membran 37 so abgestimmt sein, daß sie den Schalleintritt von hinten unterhalb von etwa 300 Hz sperrt, damit in diesem Bereich das Mikrophon als Schalldruckempfänger arbeitet bzw. die Wirkung des Laufzeitgliedes kompensiert. Vorzugsweise ist an der von der Membran 38 abgewendeten Fläche der Gegenelektrode 39 ein Reibungsbelag 43 angebracht, an den eine niedrige Luftkammer 40 zur akustischen Ankopplung des zum Luftvolumen 41 führenden Reibungswiderstandes 42 und der passiven Membran 37 anschließt.

Um die Wirkungsbreite der passiven Membran 33, 37 zu vergrößern, kann man sie jeweils in Teilmembranen mit unterschiedlichen Eigenresonanzen unterteilen. Fig. 6 zeigt eine solche Unterteilung für eine als Kreisfläche ausgebildete Membran. Die Stege *a*, *b* und *c* teilen diese Membran 33 in drei Teilmembranen 44, 45, 46 auf. Analog kann man bei einer kreisringförmigen Membran 37 vorgehen, wie in Fig. 7 gezeigt. Auch hier trennen die Stege *a*, *b* und *c* drei Teilmembranen 47, 48, 49, die, wie vorerwähnt, unterschiedliche Eigenresonanzen aufweisen. Dies erreicht man am einfachsten dadurch, daß man die Unterteilung so vornimmt, daß die Teilmembranen jeweils unterschiedliche Flächeninhalte erhalten.

Im nun folgenden Beschreibungsteil soll die Wirkungsweise der Erfindung an Hand von elektrischen Ersatzschaltbildern näher erläutert werden.

Es wird zum besseren Verständnis der Erfindung zunächst in Fig. 8 ein elektrisches Ersatzschaltbild eines bekannten, als Druckgradientenempfänger ausgebildeten Richtmikrophons dargestellt. Ein solches Richtmikrophon besitzt eine Wandlermembran, deren Masse, Steifigkeit und innere Reibung entsprechend den dualen Beziehungen zwischen akustischen und elektrischen Größen als Reihenschaltung einer Induktivität  $L_M$ , einer Kapazität  $C_M$  und eines Ohmschen Widerstandes  $R_M$  darstellbar ist. An diese Reihenschaltung schließt sich ein Vierpol  $V$  an, der das bei Druckgradientenempfängern übliche Laufzeitglied mit der Laufzeit  $\tau$  symbolisiert. Der auf die Vorderseite der Wandlermembran wirkende Schalldruck ist mit  $p_1$  bezeichnet, der an der rückwärtigen, zum Laufzeitglied  $V$  führenden Schalleintrittsöffnung mit  $p_2$ . Die durch das Laufzeitglied  $V$  verursachte Wirkungsverzögerung des Schalldruckes  $p_2$  auf die Rückseite der Wandlermembran muß so bemessen sein, daß beispielsweise bei einem Richtmikrophon mit einer kardioidförmigen Richtcharakteristik bei einer Beschallung des Mikrophons von hinten ( $180^\circ$ -Beschallung) die Schalldrücke  $p_1$  und  $p_2'$  einander in Amplitude und Phase gleich sind, wobei  $p_2'$  jener Schalldruck ist, der nach dem Durchlaufen des Laufzeitgliedes  $V$  an die Rückseite der Wandlermembran gelangt. In diesem Falle bleibt die Wandlermembran in Ruhe und es erfolgt keine Umsetzung akustischer Schwingungen in elektrische Schwingungen. Dieser Idealfall ist in der Praxis nicht erreichbar, da das Laufzeitglied stets mit Verlusten behaftet ist. Man erzielt bei der  $180^\circ$  Beschallung des Mikrophons daher nur eine Löschung der von hinten einfallenden Schallwellen um 20 dB bis 30 dB, in besonders günstigen Fällen auch etwas darüber liegende Werte.

Das bekannte, vorstehend beschriebene Richtmikrophon arbeitet über den gesamten Hörbereich als Druckgradientenempfänger, wogegen das erfindungsgemäße

Richtmikrophon nur im Bereich unterhalb einer Grenzfrequenz von etwa 300 Hz ein Druckgradientenempfänger sein soll. Unterhalb der vorstehend angegebenen Grenzfrequenz soll es als ungerichteter Schalldruckempfänger arbeiten. Fig. 9 zeigt das elektrische Ersatzschaltbild eines solchen erfindungsgemäßen Richtmikrophons. Es unterscheidet sich von dem in Fig. 8 dargestellten elektrischen Ersatzschaltbild dadurch, daß parallel zum Ausgang des Laufzeitgliedes  $V$  ein Serienresonanzkreis geschaltet ist, bestehend aus einer Induktivität  $L_k$  und einem Kondensator  $C_v$ . Dieses Ersatzschaltbild gilt für die in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiele. Der aus  $L_k$  und  $C_v$  gebildete Serienresonanzkreis ist so dimensioniert, daß er für den Frequenzbereich unterhalb von etwa 300 Hz einen zum Laufzeitglied  $V$  parallel liegenden Kurzschluß bildet, was bedeutet, daß in diesem Frequenzbereich das Laufzeitglied wirkungslos ist und daher das Mikrophon als ungerichteter Schalldruckempfänger, wie erwünscht, arbeitet. Infolge der Verluste im Serienresonanzkreis und gegebenenfalls durch eine zusätzliche Dämpfung wird erreicht, daß die Resonanzbandbreite des aus  $L_k$  und  $C_v$  gebildeten Schwingungskreises so groß ist, daß sie den Frequenzbereich unterhalb von etwa 300 Hz weitgehend einschließt.

Der Übergang vom Druckgradientenempfänger zum ungerichteten Schalldruckempfänger kann auch durch eine Kapazität  $C_s$ , im folgenden als Sperrkapazität bezeichnet, erreicht werden, die seriell zum Laufzeitglied angeordnet ist. Eine solche Anordnung ist in Fig. 10 in Form eines elektrischen Ersatzschaltbildes dargestellt. Bei hinreichend kleinem Wert der Sperr-Kapazität  $C_s$  wird der Durchgang des bei 180° Beschallung einfallenden Schalldruckes  $p_2$  durch das Laufzeitglied für alle Frequenzen, die unterhalb der bevorzugten Grenzfrequenz von 300 Hz liegen, gesperrt, so daß an der Rückseite der Wandlmembran der Schalldruck  $p_2$  nahezu verschwindet. In diesem Bereich arbeitet daher das Mikrophon als ungerichteter Schalldruckempfänger. Erst oberhalb der vorgenannten Grenzfrequenz wird mit zunehmender Frequenz eine Richtwirkung des Mikrophons eintreten. Die vorstehend beschriebene Anordnung ist insbesondere bei Kondensatorrichtmikrophonen vorteilhaft anwendbar.

Bei dem in Fig. 11 gezeigten elektrischen Ersatzschaltbild ist in Reihe mit dem Laufzeitglied  $V$  eine passive Membran geschaltet, deren Masse, Steifigkeit und innere Reibung durch die Induktivität  $L_p$ , die Kapazität  $C_p$  und den Ohmschen Widerstand  $R_p$  dargestellt ist. Im Prinzip handelt es sich um einen gedämpften Serienresonanzkreis, der so dimensioniert ist, daß er als Hochpaßfilter arbeitet, dessen Grenzfrequenz im Bereich von etwa 300 Hz liegt. Demnach gelangen von dem an der rückseitigen Schalleintrittsöffnung anliegenden Schalldruck  $p_2$  nur solche Anteile an die Rückseite der aktiven Wandlmembran, deren Frequenzen über der angenommenen Grenzfrequenz von etwa 300 Hz liegt. Daraus folgt, daß bei den Frequenzen unterhalb dieser Grenzfrequenz das Mikrophon als ungerichteter Schalldruckempfänger arbeitet, oberhalb der Grenzfrequenz hingegen als Druckgradientenempfänger mit ausgeprägter Richtcharakteristik.

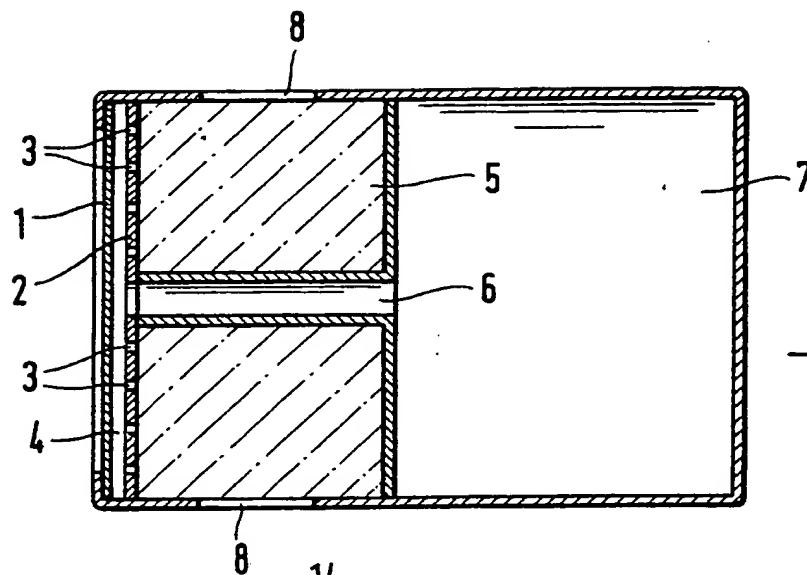
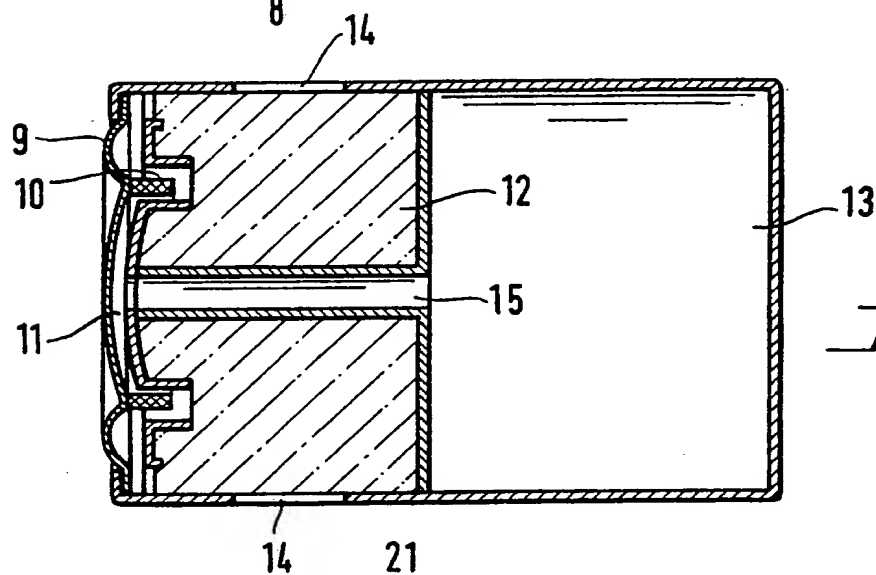
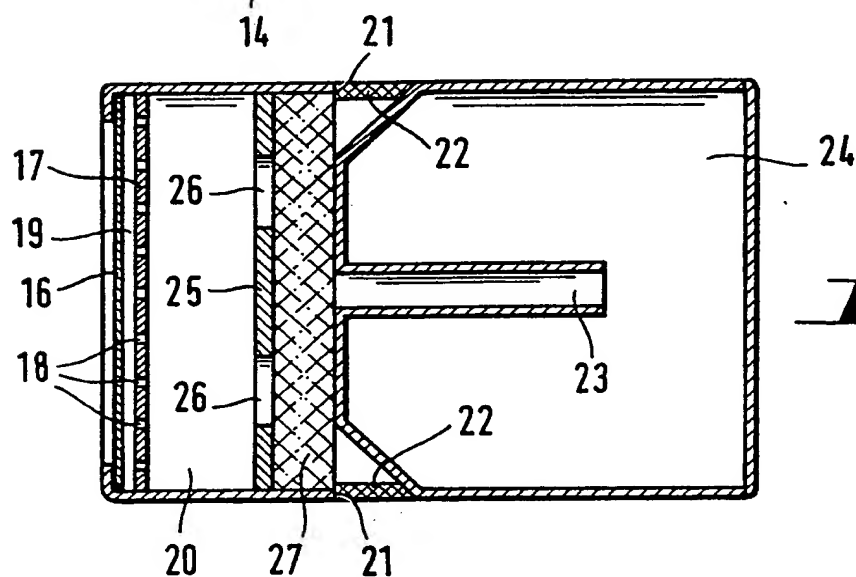
Da es nicht ganz einfach ist, mit nur einer passiven Membran den Durchlaßbereich über 300 Hz ohne allzugroße Dämpfung bis zu den höchsten Frequenzen des Hörbereiches auszuweiten, wird, insbesondere bei höheren Ansprüchen, wie früher beschrieben, vorgeschlagen, die passive Membran (in den Fig. 4 bis 7 mit 33 bzw.

37 bezeichnet), die rückwärtige Schalleintrittsöffnung zum Laufzeitglied  $V$  verschließt, durch mehrere Stege in Teilmembranen zu unterteilen (siehe Fig. 5 und 7), wobei den Teilmembranen unterschiedliche Eigenresonanzen zugeordnet sind, die über den Durchlaßbereich verteilt sind. Eine solche Anordnung liegt dem in Fig. 12 gezeigten Ersatzschaltbild zugrunde, wobei angenommen ist, daß die passive Membran in drei Teilmembranen aufgeteilt ist, von denen jede im elektrischen Ersatzschaltbild als Reihenschaltung einer Induktivität  $L_{p1}, L_{p2}, L_{p3}$  mit einer Kapazität  $C_{p1}, C_{p2}, C_{p3}$  und einem Widerstand  $R_{p1}, R_{p2}, R_{p3}$  dargestellt ist. Jeder dieser Serienresonanzkreise braucht jeweils nur etwa ein Drittel des Durchlaßbereiches zu erfassen, so daß mit einer wesentlich geringeren Dämpfung jedes einzelnen Serienresonanzkreises, deren Durchlaßbereiche aneinander anschließen, das Auslangen gefunden werden kann, was sich natürlich auf den gesamten Durchlaßbereich vorteilhaft auswirkt, da die Gesamtdämpfung in diesem Falle wesentlich geringer ist als bei einem einzigen Serienresonanzkreis.

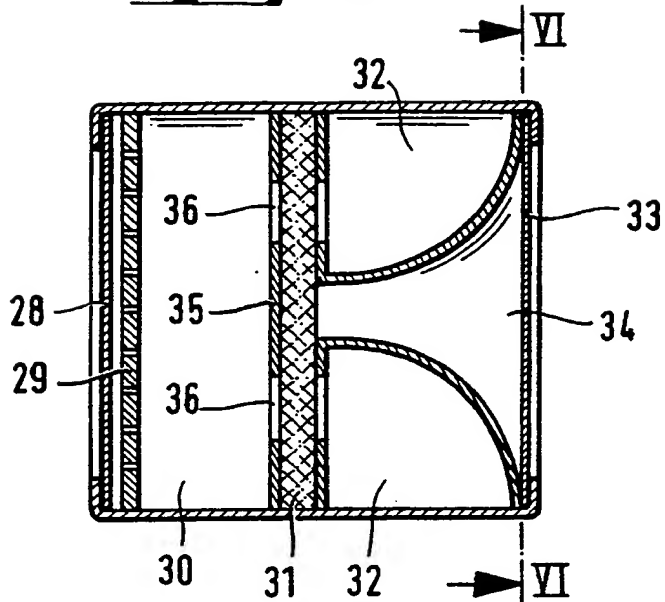
Die Fig. 13, 14 und 15 zeigen jeweils die Frequenzgänge bei der 0° und 180° Beschallung der in den Fig. 9, 10 und 11 in Form von Ersatzschaltbildern dargestellten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Richtmikrophons. Es ist ersichtlich, das das Übertragungsmaß bei Beschallung von vorne (0°-Beschallung) im wesentlichen über den gesamten Frequenzbereich nur geringfügig schwankt, insbesondere jedoch beim Ausführungsbeispiel mit einer oder mehreren passiven Membranen nahezu konstant bleibt. Die Löschung (180°-Beschallung) ist oberhalb der festgelegten Grenzfrequenz in bekannter Weise ausreichend wirksam.

- Leerseite -

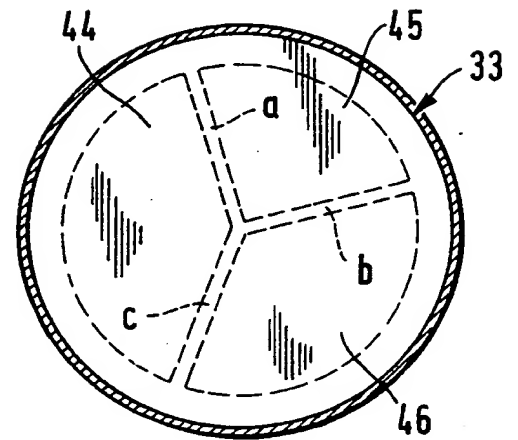


**Fig. 1****Fig. 2****Fig. 3**

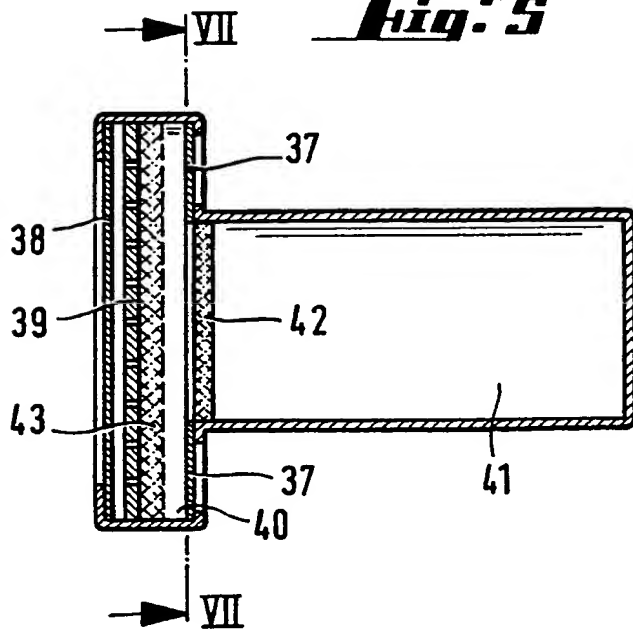
**Fig. 4**



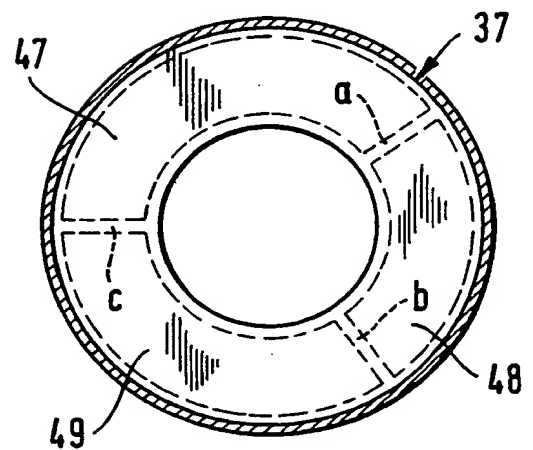
**Fig. 6**



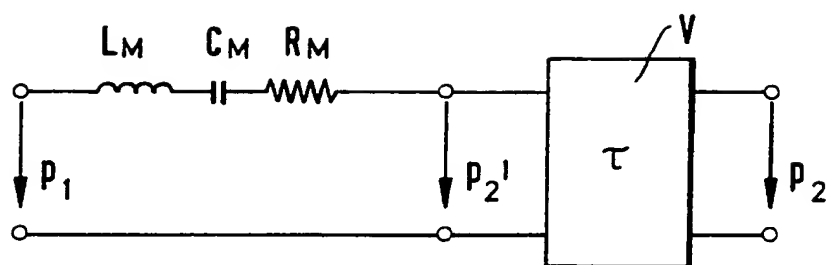
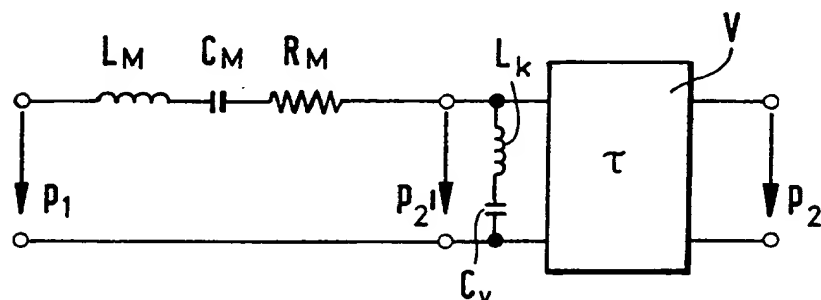
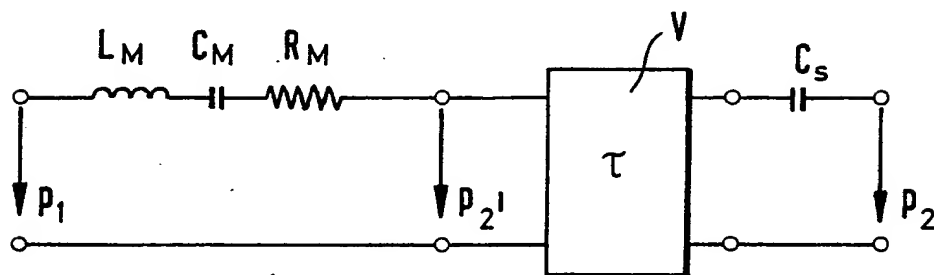
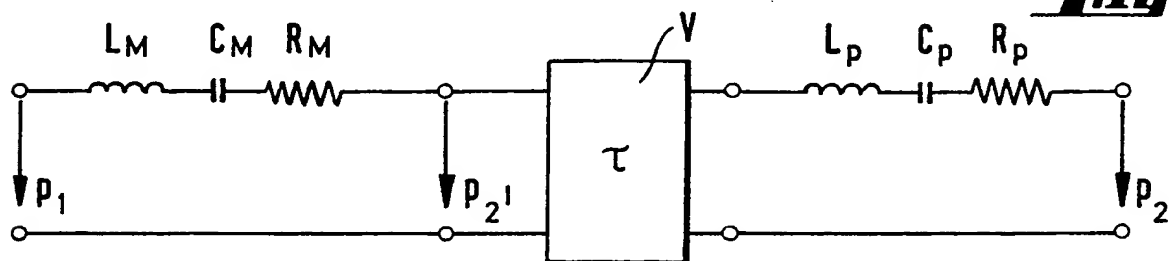
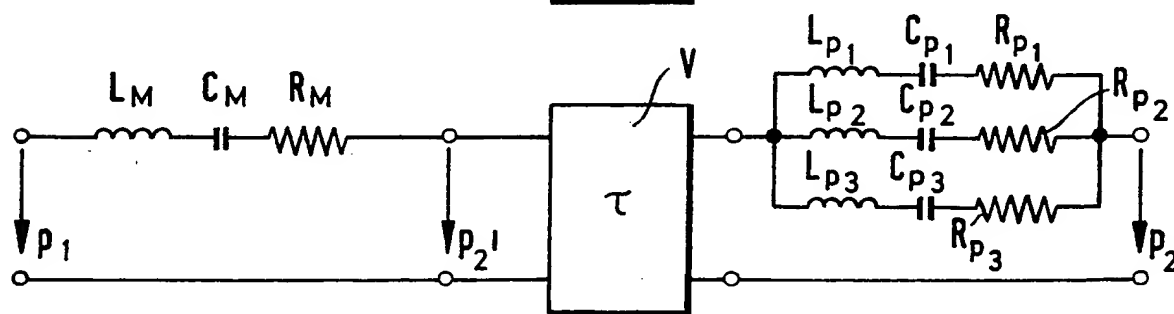
**Fig. 5**

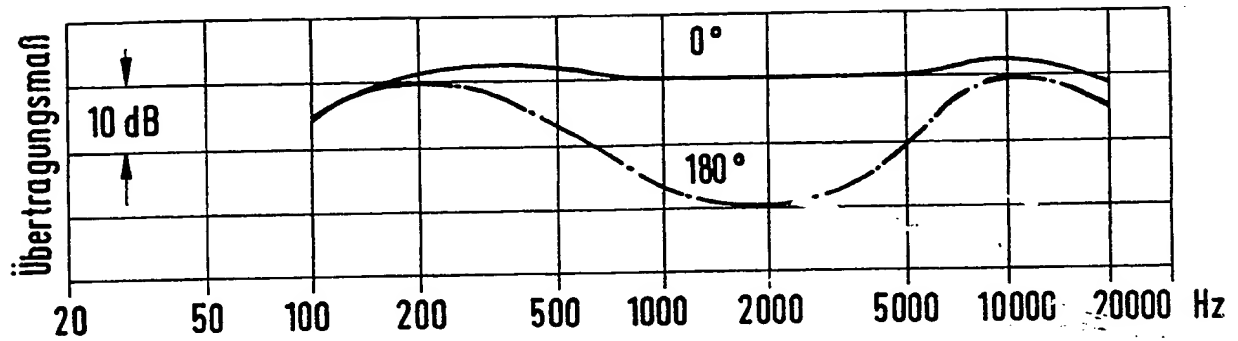
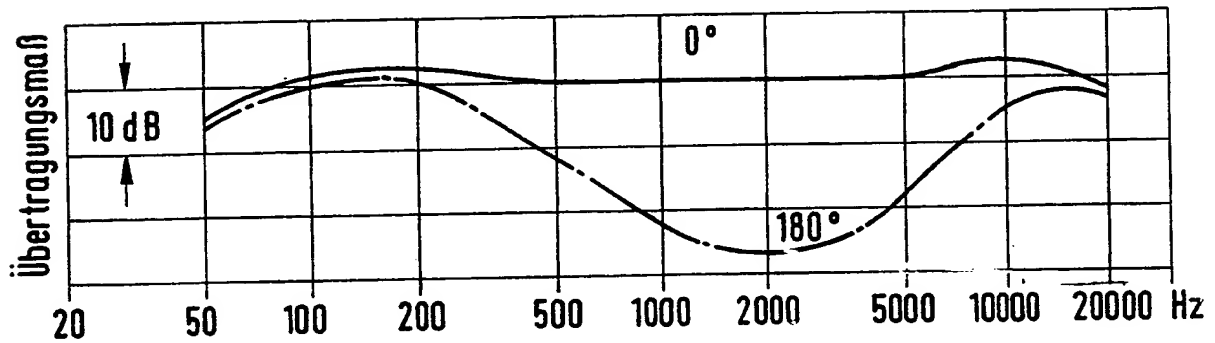


**Fig. 7**



3/4

**Fig. 8****Fig. 9****Fig. 10****Fig. 11****Fig. 12**

**Fig. 13****Fig. 14****Fig. 15**